

سلسلة من كل علم خبير

الاكتشافات الكبيرة

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

١١



- المروحة وانطلاق الملاحة
- من عربة "كونيو" البخارية إلى سيارتنا
- غارة النار

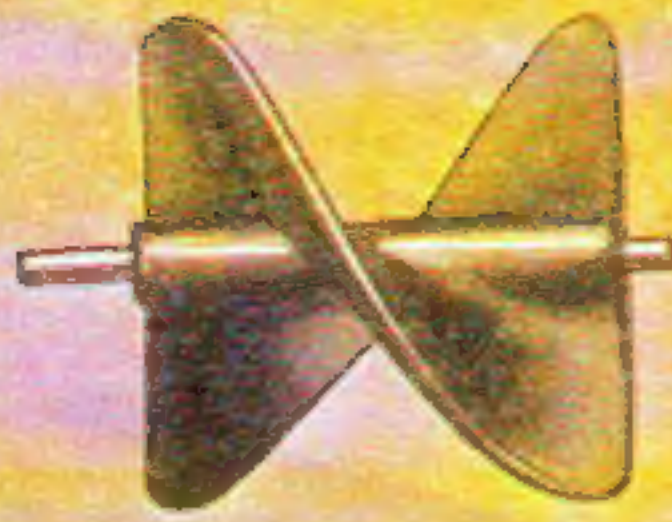
مكتشورات مكتبة سكيير

شارع غورو - بيروت

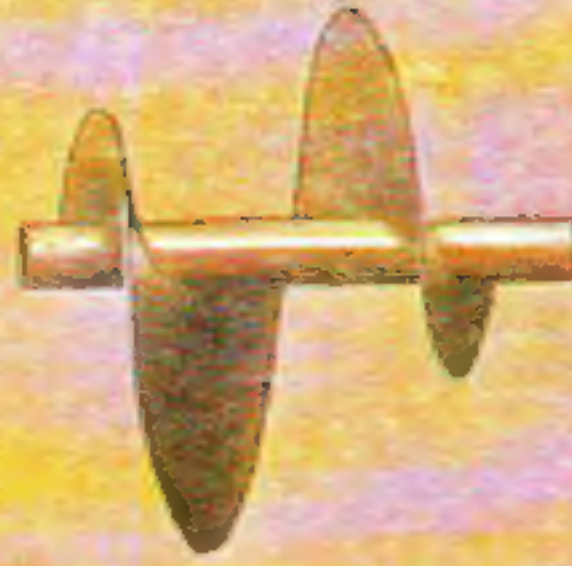
تلفون ٢٣٨١٨١-٢٢٦-٨٥



مروحة لينلتن



مروحة «الأرخميدس»



مروحة دكيري



مروحة النابليون

المروحة وانطلاق الملاحة البحرية والجوية

الى المروحة ، يعود الفضل في انطلاق كل من الملاحة^(١) البحرية والملاحة الجوية وتطورهما . فتي أُديرت المروحة في جسم سائب^(٢) ، كالماء أو الهواء ، تقدّمت فيه كما يتقدّم المسمار الملولب (البرغي) ، في حَزَقَة (عَزَقَة) ، فجرت العربة المرتبطة بها. والواقع أن استعمال البرغي أو اللولب ، لإزاحة سائل ، يرقى الى أرخميدس . إلا أن الاستعمال المعاكس ، أي انتقال البرغي وتحركه في الجسم السائب ، الذي يقوم إذ ذاك بدور حَزَقَة ثابتة لا تتحرك ، لم يخطر بالبال ، إلا بعد مرور واحد وعشرين قرناً على عصر أرخميدس .



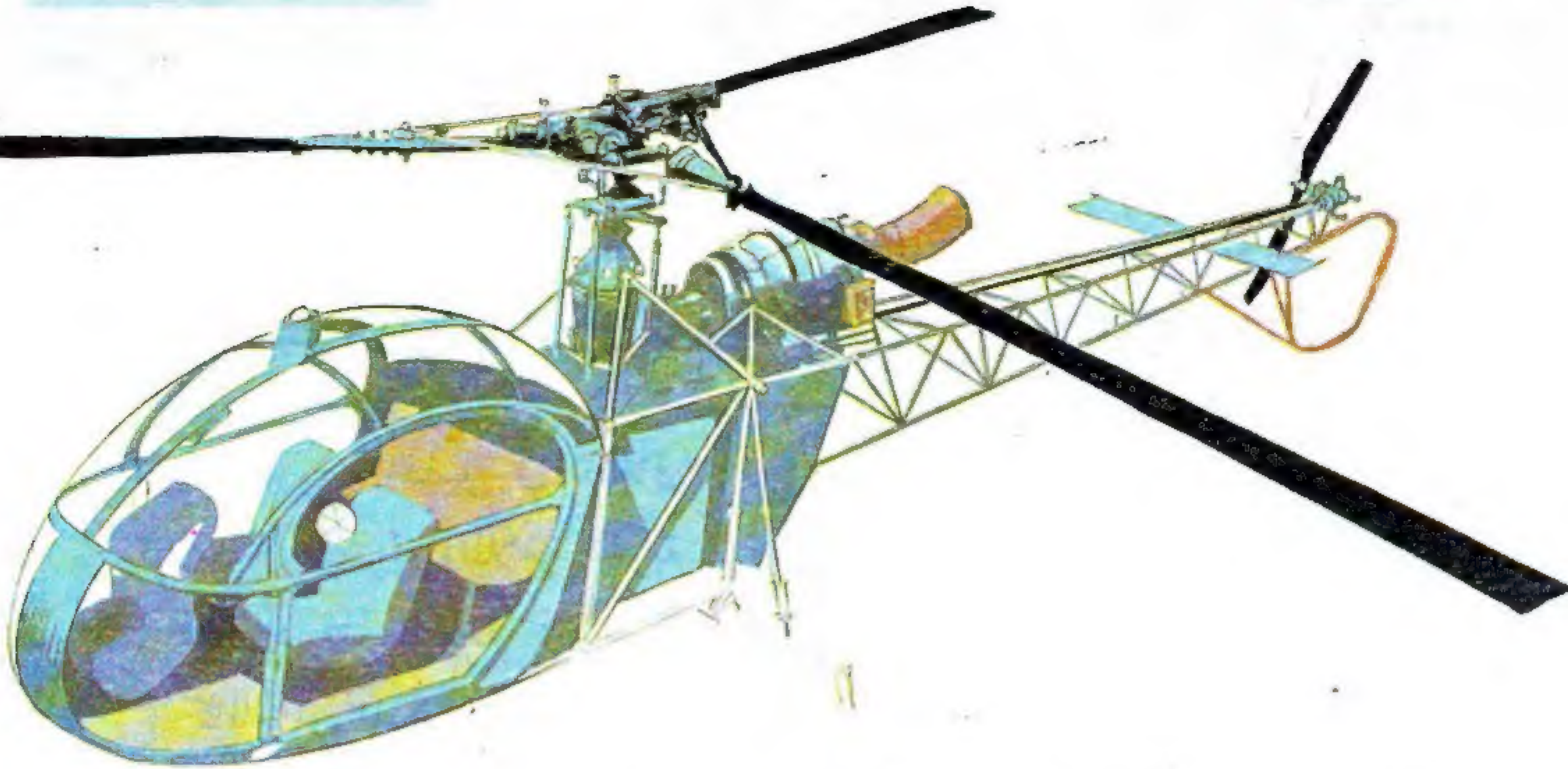
مروحتان من مراوح الطائرات



النهر ، فيدور على كابل^(٤) ، يجتذب السفينة .

وسنة ١٧٦٨ ، اخترع عالم فرنسي آخر «البتيروفور» (حاملة الجناحين) ، وهو جهاز يتحرك بقوة الساعد ، يُمكن اعتباره صورة أولى للمروحة ذات الأذرع

سنة ١٧٢٧ ، اقترح العالم الفرنسي «دوكيه» ، اعتماد^(٣) لولب «أرخميدس» على السفن . وفي الجهاز الذي تصوّره ، كان اللولب يتحرك بقوة مجرى الماء في



الأربع ، التي ستستعمل بعد ذلك بثمانين
سنة .

وعام ١٧٧٦ ، جُهزت غواصة « بشنيل »
الصغيرة ، المعروفة بالسُلحفاة ، بمروحتين
اثنتين : واحدة للدفع ، وأخرى للغوص
في الماء . كان لهما شكل البرغي الحقيقي ،
وكانتا تحركان باليد أو بالقدم .

عام ١٨٠٠ ، جُهزت غواصة « فلتن » ،
المعروفة باسم « فوتيلس » ، بمروحة ذات
ذراعين . إلا أن هذه الجهود لن تصل الى
نتيجة جديرة مرموقة^(٥) ، قبل أن يتوفر ، على
متن^(٦) السفن ، البخار القادر على تحريك
مثل هذه الأجهزة .

سُبِّدَلُ بعد ذلك محاولات^(٧) كثيرة :
من محاولات الأسكتلندي « وايتوك » الذي
قام ، حوالي ١٨١٤ ، بتجارب اعتمد
فيها كوالب بلغت من الطول خمسة امتار ،
الى تجارب العالم الفرنسي « فريدريك
سوفاج » الذي لم تلائم مروحته إلا سفينة
صغيرة ، والذي ينبغي أن يُحصى اسمُه
في لائحة المخترعين التُعاء العاشر الحظ :
فلسوف تراكم عليه الديون ، فُلِقَى في
السجن ، ويموت مجنوناً في أحد المصححات
العقلية .

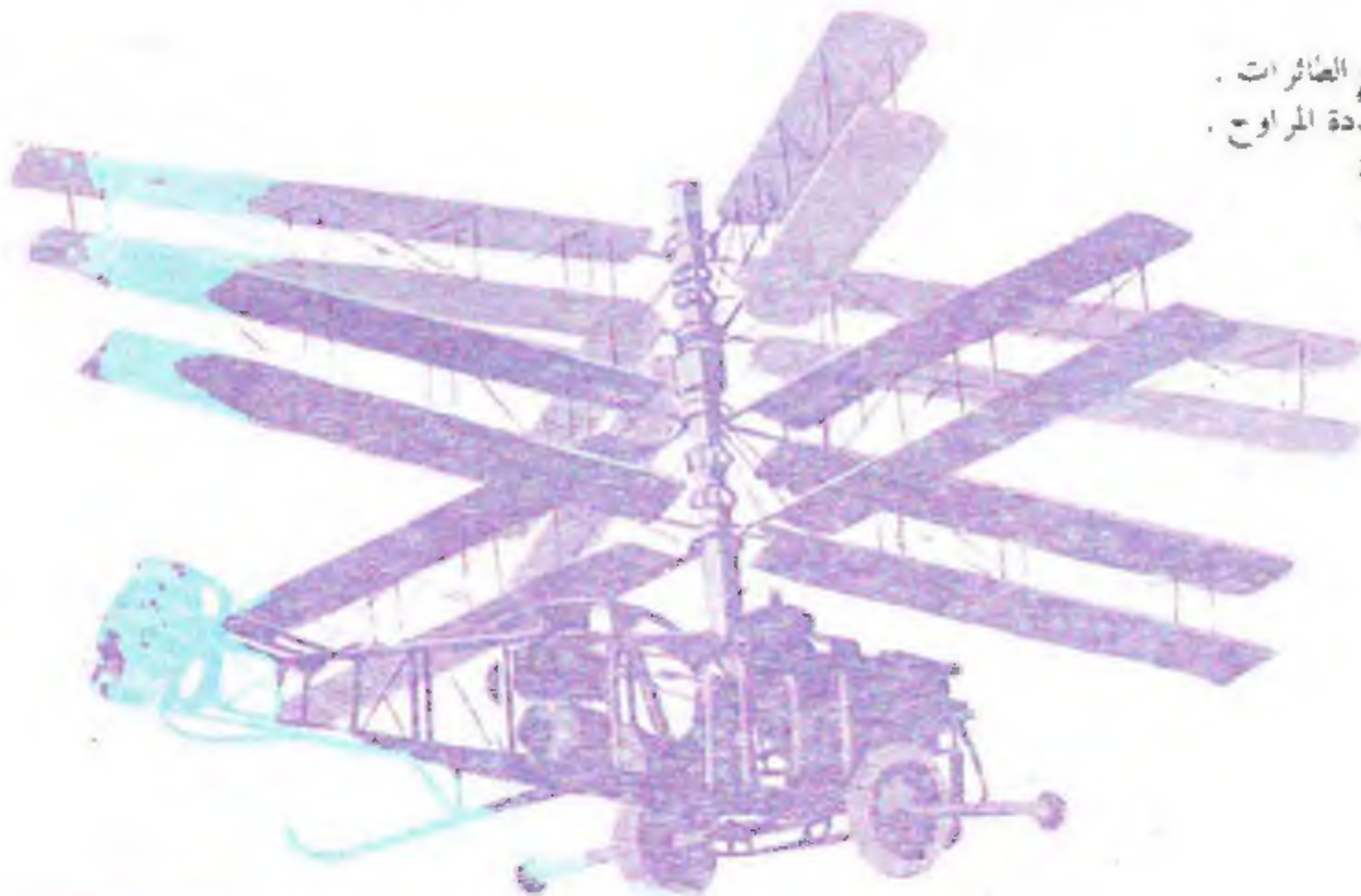
وأخيراً وفي عام ١٨٤١ ، فابتدع
باني السفن « أوغست نورمان » ، استناداً

أُخْرِيان ، يحرّكُهُما جُدْغان جانِبَيَّانِ يَستَمِدَّانِ
القوَّةَ من محرِّكَيْنِ ؛ ولقد أُضِيفَ الى
بعضِ السفنِ حتّى أربَعُ مراوَحَ ، وارْبَعَةُ
جُدُوعٍ لِحَمَلِ الحِركةِ ونَقْلِها . ولقد أُعْطِيتِ
الكُفوفُ أَشْكالاً خاصَّةً ، عندما جُهِّزَتِ
السفنُ السريعةُ ، بمراوَحَ سريعةِ الدَّورانِ .

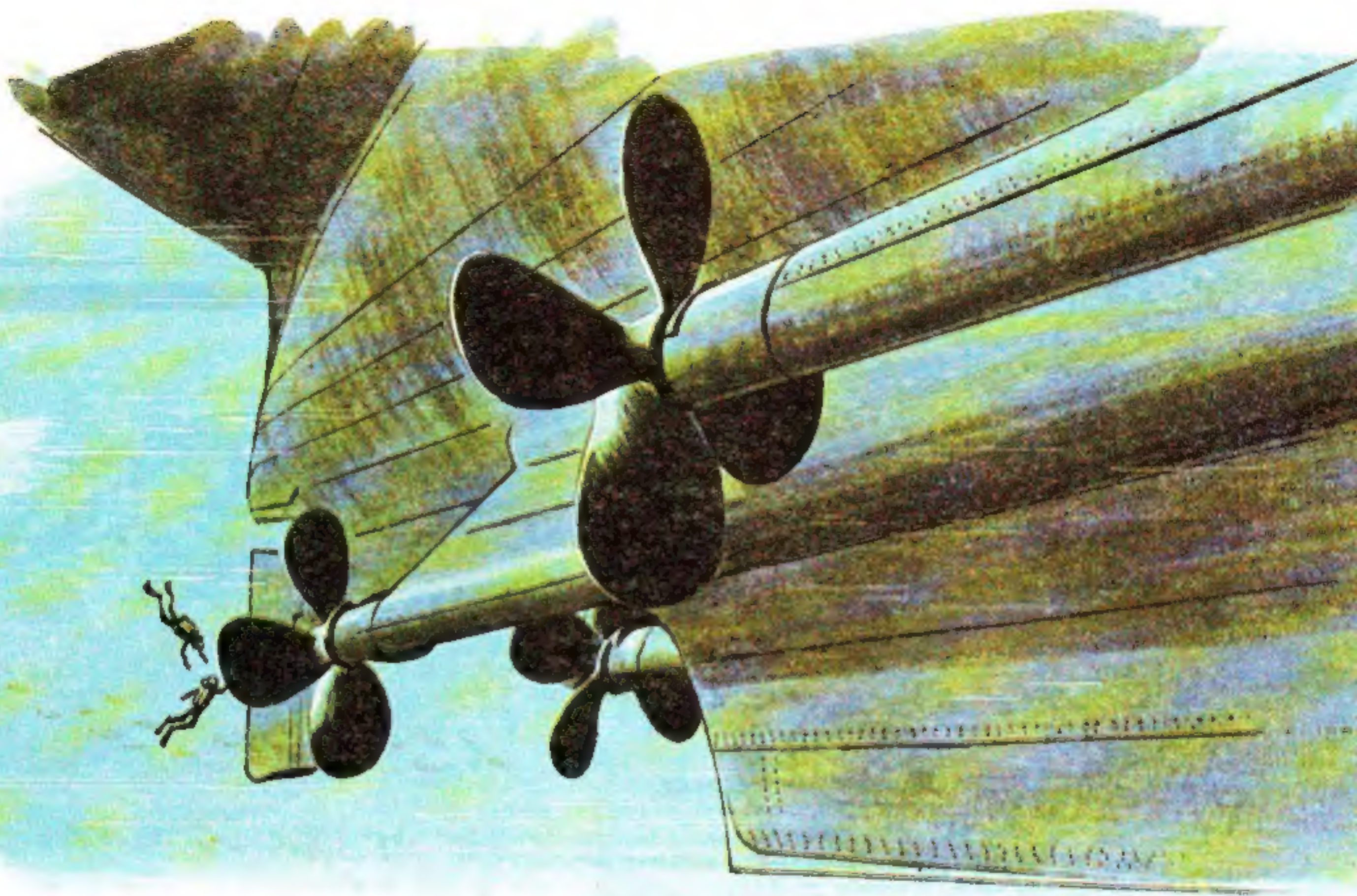
صَحِيحٌ أَنَّ المَحْرَكَ النَّفاثَ حَلٌّ مَحَلٌّ
المِروحةِ ، في المِلاحَةِ الجَوِّيَّةِ ؛ غَيْرَ أَنَّ
المِروحةَ ما تَزَالُ ، بِأَذْرِعِها الطَّويلَةِ ، سَيِّدَةَ
الطَّائِرَةِ العَمُودِيَّةِ ، أَيِ « الهَلِيكُتِيرِ » .

الى أَفْكارِ « سَوفاج » ، مِروحةً ذاتَ أَرْبَعِ
كُفوفٍ مُتَّسِعَةِ الأَطْرافِ . وما وافَتْ سَنَةَ
١٨٤٧ ، حتّى تَأَمَّنَ النِّجَاحُ الحَاسِمُ^(٩) ،
لِلسَّفِينَةِ الَّتِي بَنَاهَا « هَنْري دُبُوي دِي لُوم »
(وهو مُبتَدِعُ أُولَى المَدَرَّعَاتِ الكَبِيرَةِ ،
الَّتِي عَرَفَتْها الأَزمَنَةُ الحَدِيثَةُ) . وما لَبِثَتْ
الأُمَمُ البَحْرِيَّةُ كُلُّها أَنْ اعْتَمَدَتِ المِروحةَ .

اسْتَعْمِلَتِ أَوَّلَ الأَمْرِ مِروحةٌ وَاحِدَةٌ ،
تَقَعُ في طَرَفِ جُدْعٍ^(١٠) يَتَّصِلُ بِجِسمِ
السَّفِينَةِ ؛ ثُمَّ أُضِيفَ إِلَيْها مِروحتانِ جانِبَيَّتانِ



- ١ - مراوَحَ بَحْرِيَّةٌ .
- ٢ - نَمُودْجان من مراوَحَ الطَّائِرَاتِ .
- ٣ - هَلِيكُتِيرِ بَسْكارا المُنْعَدَّةِ المِراوَحَ .
- ٤ - مراوَحَ سَفِينَةِ ضَخْمَةٍ
- ٥ - مِروحتانِ « الأَلُوتِ »



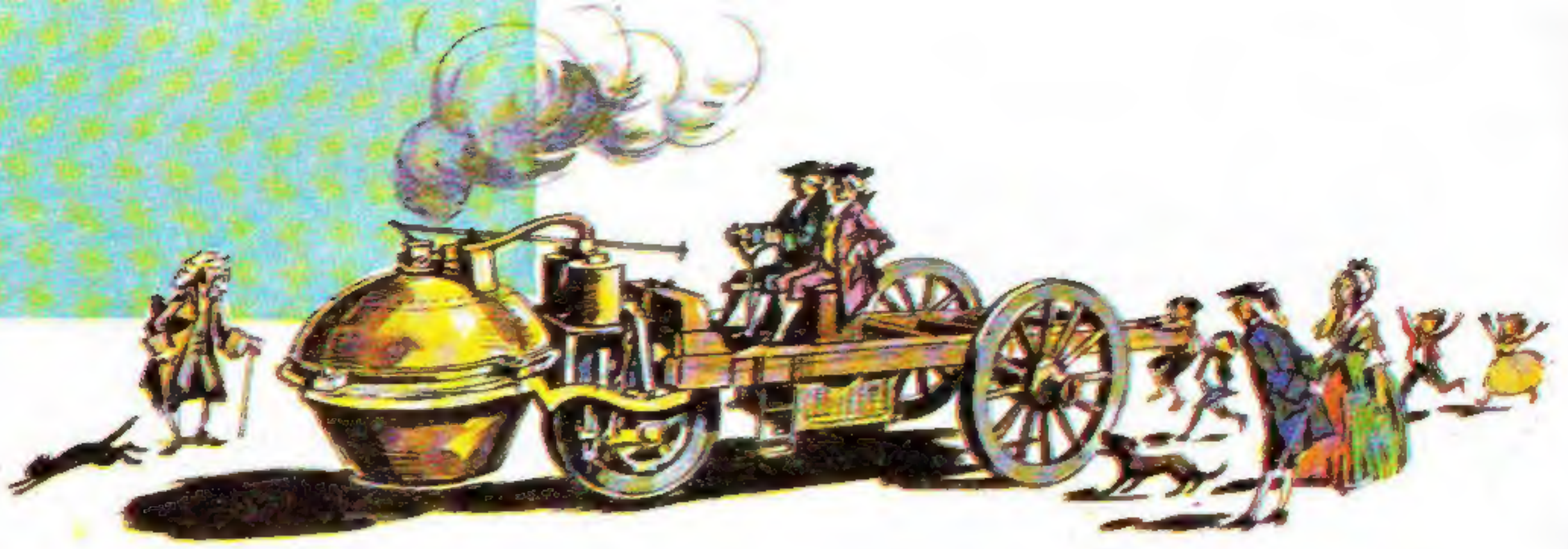
مراوح سفينة ضخمة

الاسئلة

التفسير

- ١- ما دور المروحة في السفينة ؟
- ٢- ماذا قصد أرخميدس من الكولب ؟
- ٣- ما هو « البّيروفور » ؟ وبأيّ قوّة يتحرّك ؟
- ٤- بمّ جُهّزت غوّاصة « السلحفاة » ؟
- ٥- أيّ دور لعب البخار في تطوير المراوح والسفن ؟
- ٦- هل أفاد « فريدريك سوفاج » من جهوده في تطوير المروحة ؟
- ٧- ماذا اخترع « أوغست سوفاج » ؟
- ٨- ما هو دور المروحة في « الهليكبتر » ؟

- ١- المِلاحَة : فنّ السفر في البحر، او في الجوّ.
- ٢- جسم سائب : جسم غير جامد.
- ٣- اعتماد كُولب على السفن : استعماله.
- ٤- كَابِل : حَبْل او سلك معدنيّ غليظ.
- ٥- نتيجة مرموقة : نتيجة ملحوظة.
- ٦- مَن السفن : ظهر السفن.
- ٧- محاولات : تجارب.
- ٨- يُحصَى اسمه : يُعدّ اسمه.
- ٩- النجاح الحاسم : النجاح الأكيد النهائي.
- ١٠- الجُدْع (هنا) : العمود المعدنيّ الذي يُؤمّن نقل الحركة من المحرّك الى المروحة.



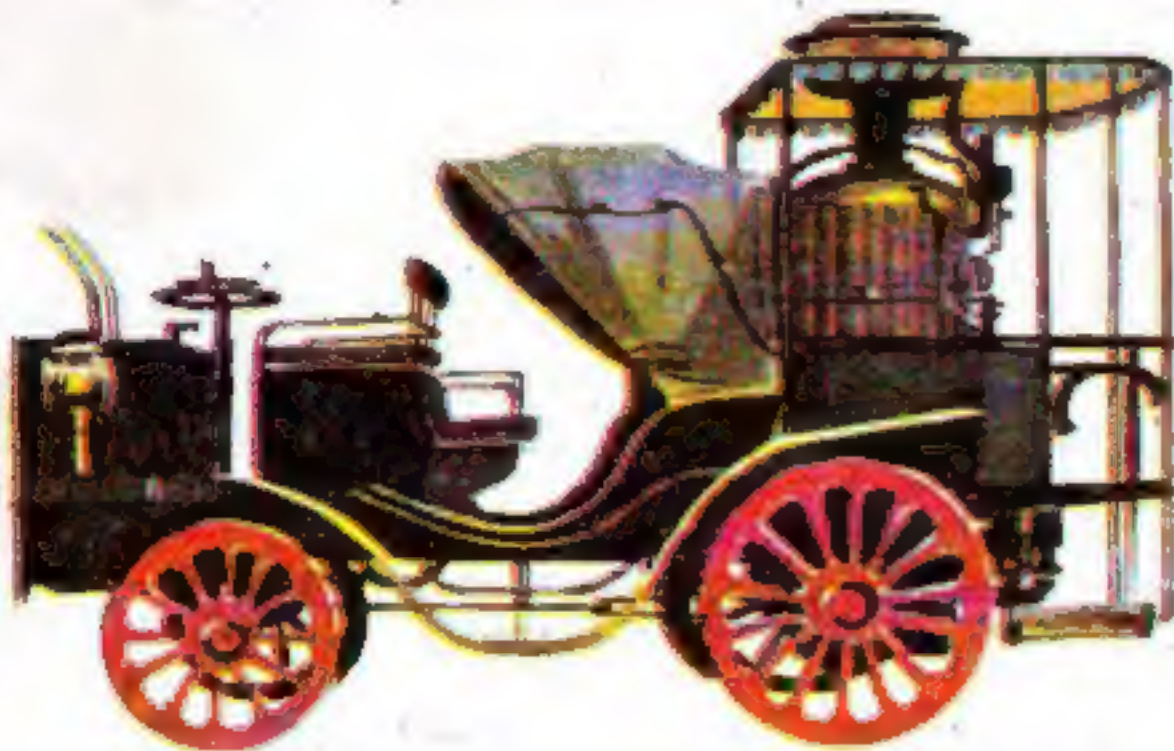
عربة «كونيو» البخارية (١٧٧١).

الخطوات الأولى... إن عربة «كونيو» البخارية العسكرية هذه، بقدرها الضخمة، ودخانها الكثيف، تفتتح، ولو بثقل، انطلاق صناعة عالمية عجيبة..

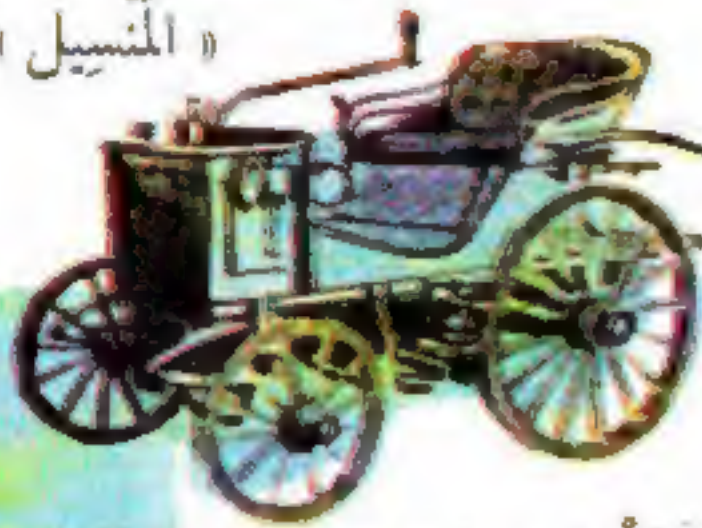
من عربة «كونيو» البخارية إلى سيارتنا

يضم المتحف الوطني الفرنسي، الخاص بالفنون والصناعات، في ما يضمه، جدة السيارات الفرنسية الأولى، ألا وهي السيارة البخارية الأولى، التي بناها، سنة ١٧٧١، المهندس العسكري «جوزف كونيو» (١٧٢٥ - ١٨٠٤)، بعدما حقق اختراعات أخرى متنوعة، أُوْحِتَ بها إليه حملاته العسكرية.

إنها، والحق يُقال، عربة بخارية طريفة فريدة: كانت تحملها ثلاث عجلات^(٢) صُنِعَتْ أشْعَتْها من الخشب، وزُنَّت بالحديد، وتوزعت على شكل مثلث: عجلة واحدة في المقدمة، تقوم بدور التحريك والتوجيه، وعجلتان في



«المنسيل» «لأميدي بلي» (١٨٧٨).



«بنهازد ليفاسور» (١٨٩٢).



«كوبيه رينو» (١٨٩٠).



«مرسيدس» (١٩٠١).



«فورد» (١٩٠١).

المؤخرة . زُوِّدَت هذه العربةُ بمحركٍ ذي اسطوانتين عموديتين ، وبِقِدْرٍ ضَخْمَةٍ ، نُصِبَتْ على مَوَقِدِهَا ، في مقدِّمة العربة . كان جسمُ العربةِ مُؤَلَّفًا من هيكلٍ ضخمٍ متين ، قد هَيَّئَ لِحَمَلِ الحُمُولَاتِ الثَّقِيلَةِ ، وكانت في الأساس مدافعَ المِيدَانِ . كان بُوْسَعُ هذه العربةِ البخاريَّةِ أَنْ تَسِيرَ بِسُرْعَةٍ ، لَا تَتَجَاوَزُ الكيلومتراتِ الأربعةَ في الساعة .

يَجْدُرُ بنا هنا ، أَنْ نُلَفِتَ الانتباهَ الى تجديدِ عَظِيمِ الخُطُورَةِ^(٩) : ألا وهو دُولَابٌ مُسَنَّ عُقِفَتْ أَسْنَانُهُ ، تُسَيِّطِرُ على دَوْرَانِهِ لَقَّاطَةٌ (أو لسانُ توقيف) وتَتَّصِلُ هذه اللَّقَّاطَةُ بالاسطوانَةِ المُقَابِلَةِ ، بواسطةِ سِلْسِلَةٍ من الحَلَقَاتِ المَعْدِنِيَّةِ . كان « كُونِيو » ، بِفَضْلِ هذه الوَسِيلَةِ الجَدِيدَةِ ، أَوَّلَ مَنْ حَوَّلَ الحَرَكَةَ المُسْتَقِيمَةَ المَنَاوِبَةَ ، في الاسطواناتِ ، الى حَرَكَةٍ دَوَّارَةٍ . هذا الدورُ ، يَقُومُ به اليَوْمَ ، في محركاتِ السَّيَّاراتِ ، المَدَوَّرُ أو الذراعُ القَلَابِيَّةُ

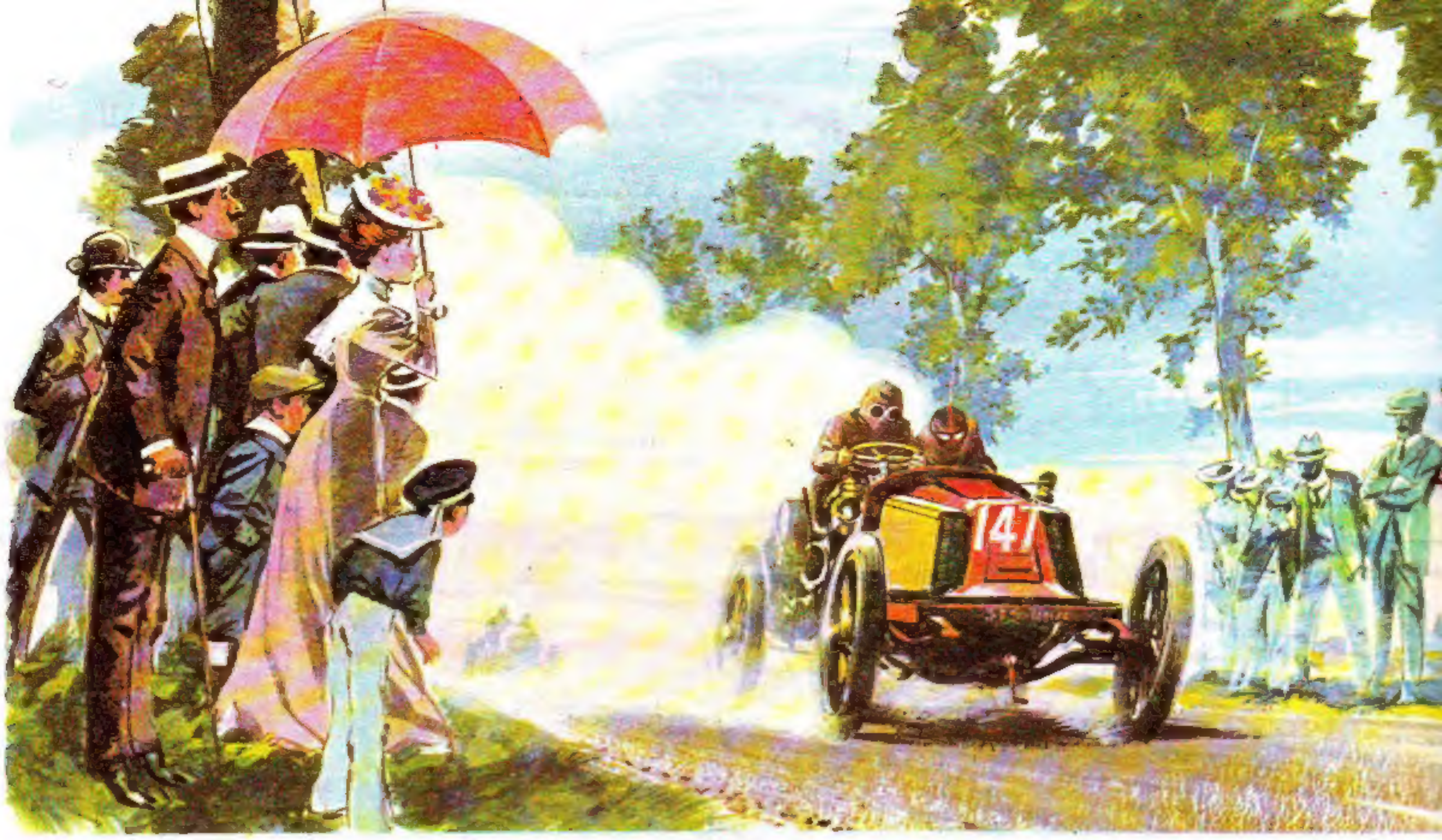
ولكنَّ مَخْزُونِ المَاءِ في الغَلَايَةِ ، كان يَنْفَدُ^(١٠) في أَقَلِّ من رُبْعِ سَاعَةٍ ، فَمَا كَانَ الجِهَازُ قَادِرًا على العَمَلِ المُتَّصِلِ ، مَدَّةً أَطْوَلَ . وَلِذَا ، لَمْ تَحْظَ « عَرَبَةُ كُونِيو »

هذه الثَّقِيلَةُ ، بِمَصِيرٍ أَفْضَلَ مِنْ أَنْ تَغْدُو تُحْفَةً ثَمِينَةً ، وَقِطْعَةً مُدْهَشَةً فِي مُتَحَفٍ ...

في الثَّلَاثِ الأَوَّلِ مِنَ القَرْنِ التَّاسِعِ عَشَرَ ، ظَهَرَتْ في انْكِتِرَا بَعْضُ عَرَبَاتِ السَّفَرِ البُخَارِيَّةِ . وفي فَرَنْسَا عَامَ ١٨٧٨ ، قَامَتْ « لَامَنْسِيل » ، السَّيَّارَةُ البُخَارِيَّةُ الَّتِي بَنَاهَا « أَمِيدِي بُلِي » ، بِقِطْعِ المَسَافَةِ الفَاصِلَةِ بَيْنَ مَدِينَتَيْ بَارِيسَ وَبُورْدُو . وَسَنَةَ ١٨٨٣ ، سَيَّرَ « دِيلَامَار - دِبُوتْفِيل » أَوَّلَ سَيَّارَةٍ مَجْهَّزَةٍ بِمَحْرَكٍ ذِي احْتِرَاقٍ دَاخِلِيٍّ ، عَامِلٍ عَلَى البَنْزَرِينَ .

بِفَضْلِ هَذَا المَحْرَكِ الثَّوْرِيِّ الجَدِيدِ ، وَبِفَضْلِ اخْتِرَاعِ العَجَلَاتِ الهَوَائِيَّةِ ، سَيَتِمَكَّنُ « دِمْلِر » و « بَنْهَارْد » و « لِيْفَاسُور » و « بِيْجُو » و « دِيُون » و « بُوْتُون » و « بُلِّي » و « لُويس رِينو » ، مِنْ تَطْوِيرِ صِنَاعَةِ السَّيَّارَاتِ ، الَّتِي بَلَغَ انْتَاجُهَا السَّنَوِيُّ العَالَمِيُّ مَا يَقَارِبُ المِلايينَ الاثْنَيْنِ والعَشْرِينَ ، وَهِيَ مَا تَزَالُ تُفِيدُ مِنْ تَحْسِينَاتٍ مُتَجَدِّدَةٍ فِي كُلِّ سَنَةٍ .

مِنْ التَّحْسِينَاتِ الكُبْرَى الَّتِي أُدْخِلَتْ عَلَى السَّيَّارَةِ ، تِلْكَ الَّتِي حَقَّقَهَا « لُويس رِينو » عَامَ ١٨٨٩ ، إِذْ اخْتَرَعَ طَرِيقَةَ



سباق السيارات الذي نُظِم بين باريس وفينا ،
عام ١٩٠٢ .

تحويل الحركة الخطية المستقيمة الى حركة
دَوَّارة ، خَفَضَ^(٦) كثيراً عددَ الأجهزة العاملة ،
ووضع حدّاً للأرتجاج والأزيز . ظهر بعد
ذلك المحرّك التّربينيّ البسيط في تصميمه ،
والذي يعتمد مبدأً الدفع النَّفّاث (القائم على
ردّة فعلِ النَّفْثِ الغازيّ) الذي يَسمح
باستعمال أيّ من الكيُورُوزين أو الفيول
أو البترين .

بواسطة المَعْجَلات النّقالة . هذا ، سنة
١٩٠٣ ، اخترع « أندريه بُودفيل » المَشعلَ
النقل المباشرة بين الجُذع^(٥) الأوّل والجذع
الثانويّ ، كما اخترع طريقة تغيير السرعة
المغنطيّة ذا التوتّر العالي ؛ واخترع « بيار
بُوسو » المَشغّل سنة ١٩٠٥ . أمّا المهمادات
فظهرت سنة ١٩٠٦ ؛ وأمّا الأتارة الكهربائيّة ،
فعرُفت سنة ١٩١٢ ...

ولكن ما لا شكّ فيه ، أنّ المستقبل
هو للمحرّك الكهربائيّ ، الذي تزوّدُه بالقوّة
والطاقة بطاريّاتٌ لا تُحرقُ وقوداً مُلوّثاً

لا شكّ أنّ تطوّر السيّارة متعلّقٌ ، في
الأساس ، بتطوّر محرّكها . رأينا منذُ قليل
كيف ظهر المحرّك الدّوّار الذي ، عندما ألغى

للـهـواء .
وأخيراً ، بوسعنا أن نتصور للمستقبل
سيارة عديمة العجلات^(٧) ، تنتقل على
وسادة من هواء ، كما نستطيع أن نتصور
أوتسترادات إلكترونية ذات قيادة آلية
تجعل خطر نشوء الحوادث أمراً مستحيلاً ...

اوتستراد حديث ذو خطّين .



الاسئلة

التفسير

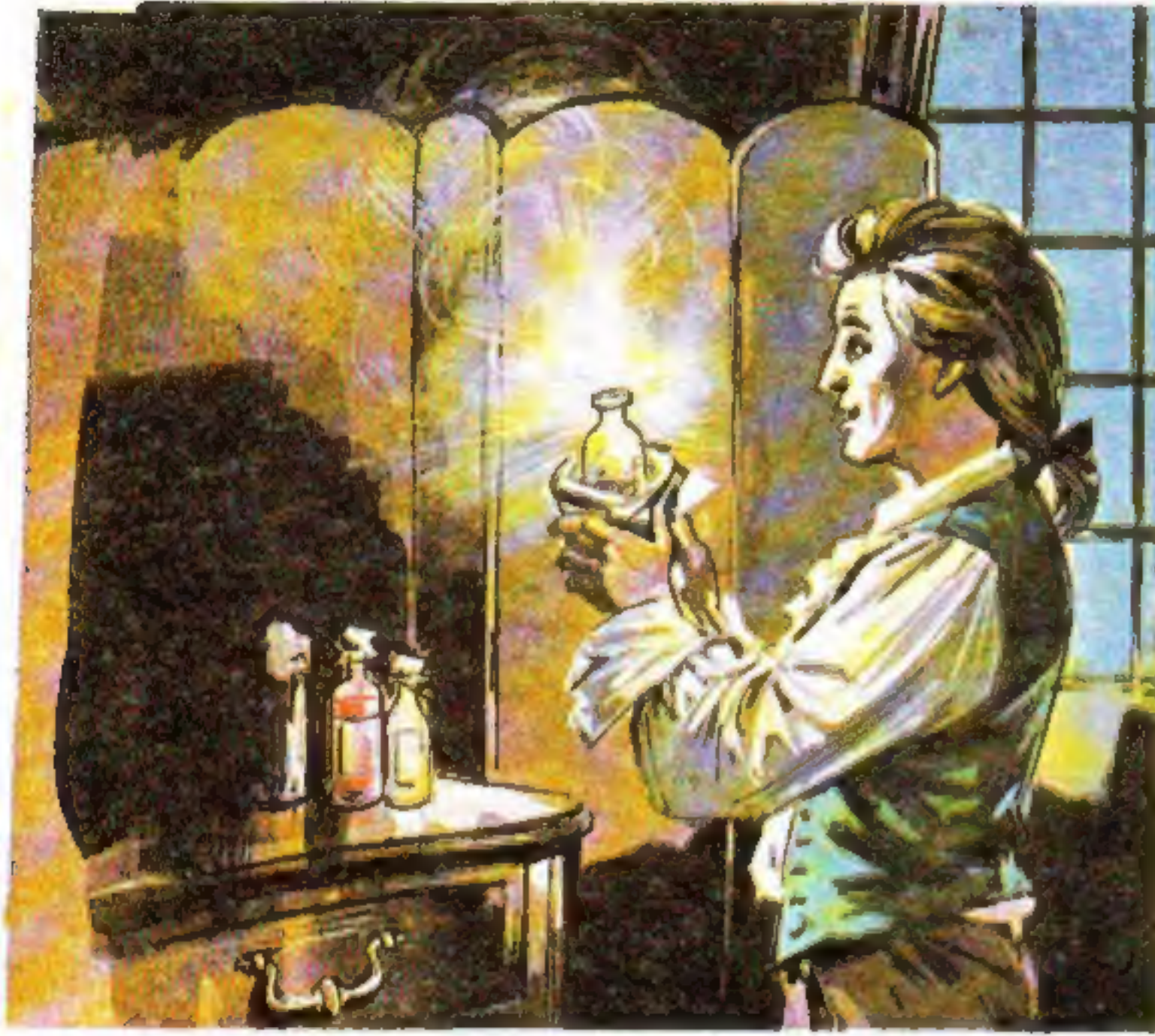
- ١- من صنع أول سيارة فرنسية ؟
- ٢- صفّ عربة كونيو البخارية .
- ٣- ما كانت سرعة هذه العربة ؟
- ٤- ما التجديد الفلم الذي أدخله كونيو على هذه السيارة البخارية ؟
- ٥- ما هو فضل هذا الجهاز ؟
- ٦- لماذا لم تكن عربة كونيو عملية ؟
- ٧- من صنع أول سيارة عاملة على البنزين ؟ ومتى ؟
- ٨- أذكر أسماء بعض من طوّروا صناعة السيارات .
- ٩- ماذا اخترع لويس رينو ؟
- ١٠- ما هي سيارة المستقبل ؟

- ١- أوحت بها : ألهمته إياها ، فكرته بها .
- ٢- عجلات : جمع عجلة : دولاب .
- ٣- عظيم ، الخطورة : كثير الأهمية .
- ٤- نفذ ينفذ الشيء : إنتهى .
- ٥- الجذع : في السيارة ، هو العمود المعدني الذي ينقل الحركة من المحرك إلى العجلات .
- ٦- خفّض عدد الأجهزة : قلّله .
- ٧- عديمة العجلات : لا عجلات لها ، بلا عجلات .

غانر البِنارة نطْلوقُ مِن قارورة صِيرلِيَّة

ما كادَ «فِيلِب لِيُون» (١٧٦٧ - ١٨٠٤) يتخرَّجُ مُتفوقاً من «مَعهدِ الجُسور والطُرقات» (الذي عادَ فَالتَحَقَّ بِهِ أُستاداً) ، حتَّى عِلِمَ بأنَّ أباه كان مريضاً . فغادرَ باريسَ ، والتحقَ بِمَسْقَطِ رأسِهِ «براشي» ، وهي قريةٌ تَقَعُ على مَقَرَبَةٍ من «شالون - سُر - مارن» .

كان المريضُ قد استهلكَ كميَّةً لا بَأْسَ بها من العقاقير^(١) ، تاركاً على سطحِ الموقِدِ عدداً من قوارير^(٢) الصِّيدَلَةِ الفارغة . خطرَ ببالِ فيليب أن يَمْلأَ إحدى هذه القوارير نُشارةً خشبَ ، وأن يُشعلَ في النُشارةِ النارَ . وقد كان معروفاً أنَّ الخشبَ أو الفحمَ ، إذا أُحرقَ في وعاءٍ مُقفَلٍ ، أعطى دُخاناً كثيفاً قابلاً لِلإِلهابِ . وكانَ فيليب أَرادَ ، بهذه اللُّعبة ، أن يَجِدَّ اختباراً باتَ معروفاً .



اكتشاف «فِيلِب لِيُون» .



إِنارة شوارع لندن بالغاز ، في مطلع القرن التاسع عشر .

ولكن شئت الصدفة - وما كان
أسعدَها صدفة ! - أن يُحرق فتاناً أصابعه
بعنق القارورة ، ففُلتَها ، ثم يعودَ فيمسكها
ويلف عنقها بخِرقَة مُبلَّلة . فلاحظ فيليب
إذ ذاك ، وبكثير من الدهشة والسرور ،
أنّ الدخان المتصاعد قد تنقّى وتبدّل :
كان أسود ، فصار أبيض ، وفقدت رائحته
الكثير من حدّتها^(٣) ، وأعطى ، عند
إشعاله ، لهباً قويّ النور... الواقع أن



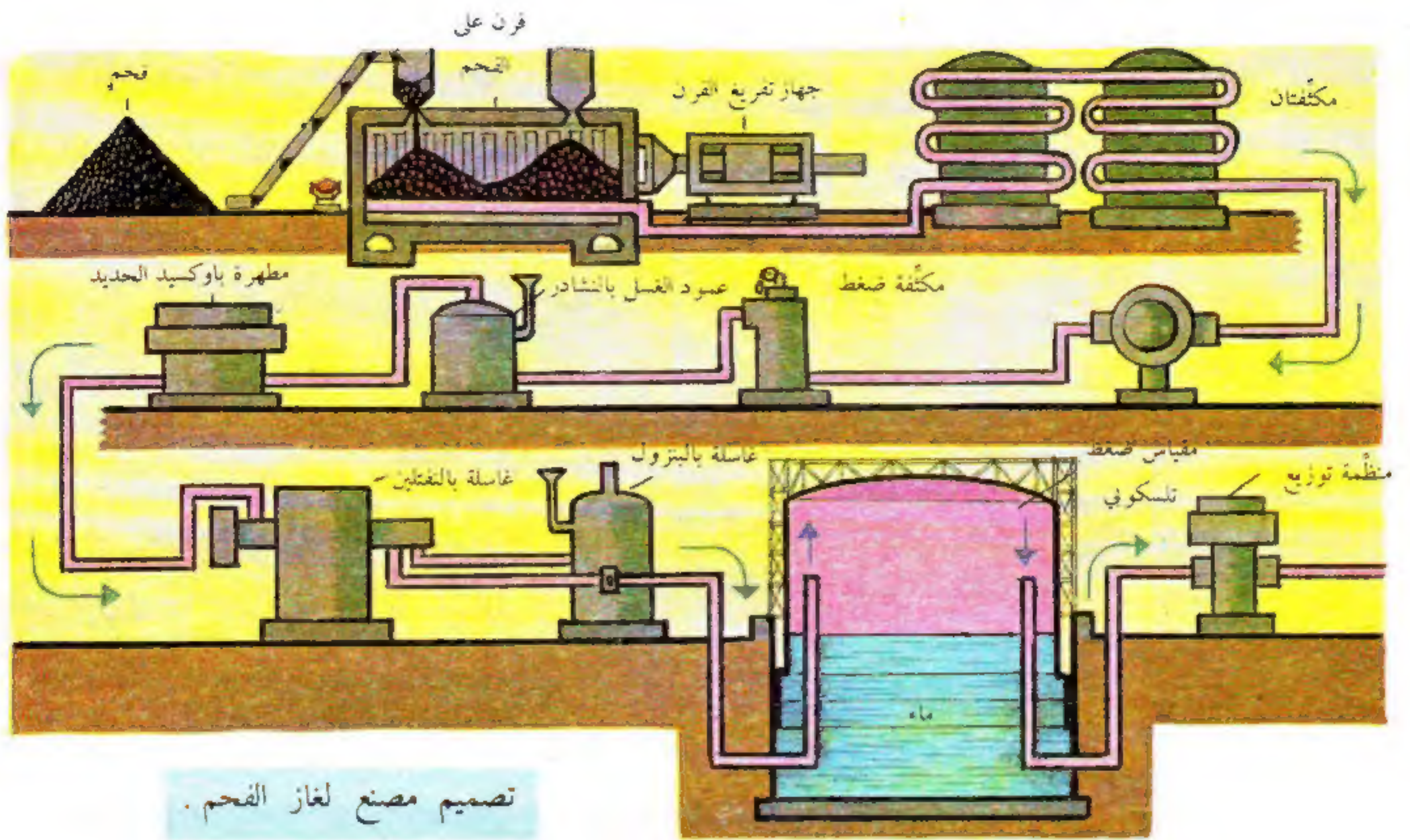
ابتداءً من ١٨٨٥ ، وبفضل مصباح «يُسن»
وشاشة «أوز» ، صار الغاز يُعطي نوراً يكاد يكون
أبيض .

«ليبون» كان ، من حيث لا يدري ، قد
أشعل المصباح الغازي الأول .

خطرَ ببال «فيليب ليبون» السؤال
التالي : لو حُصر الغاز الناتج عن تكرير
الخشب ، وأرغم على المرور في ماءٍ خَلَقين^(٤) ،
ألا يتحوّل غازاً صالحاً للاستعمال في
المصانع والبيوت ؟ ... وراح «ليبون» يعمل
على بناء «المصباح الحراري» ، وهو جهاز
كان باستطاعته أن يُعطي النورَ والحرارة
في آن معاً . وإذ ضبط تركيبه سجّله في
مكتب الاختراعات ، بتاريخ ٢٨ أيلول
١٧٩٩ ، وحصل على براءة^(٥) تُحوّله^(٦)
حقّ صنعه واستثماره .

كان شديد التفاؤل^(٧) بمستقبل اختراعه ،
حتى أنّه وعدَ فلاحي «براشي» بأن «يُدقّي»
بيوتهم ويُنيرها من باريس ! «وتصوّر ،
منذ ذاك الحين ، لهبة الغاز موزعة على
المنازل كلّها ، تطهو^(٨) الأطعمة ، وتنشّف
الغسيل ، وتحمّي الحمامات والغسّالات
والأفران ، وتحملُ إلى الناس كلّ الحسّنات
الاقتصادية المرجوة .

ولكنّ الظروف لم تخدم «ليبون» ،
فأعوزَه رأسُ المال ، وبقي الغاز الذي تمكّن
من إنتاجه بكميّة أكبر ، كريحه الرائحة ،



وخلاصة القول ، أن « فيليب ليون » لن يشهد انطلاق تلك الصناعة الجديدة ، التي ستتطور بعد أن يلجأ العلماء الى تقطير الفحم الحجري ، لاستخراج غاز أفضل . والواقع أن انكلترا هي التي ستشهد المحاولة الأولى في إنارة المصانع بغاز الفحم .

قيل عن « ليون » إنه قد مات مقتولاً بطعنة سكين سددها اليه أحد المجرمين ليلاً ، في حدائق « الشان إليزية » . ولكن الوثائق الرسمية تقول إنه قد مات في بيته ، إثر مرض عضال^(٩) كان الإفلاس قد

لأن شروط تطهيره لم تكتمل . فاضطر « ليون » الى الاكتفاء باستعمال هذا الغاز ، ضمن حدوده الفردية الخاصة ، أي في قصر « سينولي » الذي استأجره لهذه الغاية . في شارع « سان دومينيك » ، وأثار قاعاته وحدائقه ، على سبيل الشهادة والدعاية ... كان على من يرغب في زيارة القصر مرة ، أن يدفع رسم دخول قدره ثلاثة فرنكات (وهو مبلغ غير ضئيل) ، إلا أن اشتراكاً بتسعة فرنكات كان يُخوّل صاحبه حق زيارة القصر والحدائق متى يشاء ...

أَوْدَى بِمَا مَلَكَ ، فَاِضْطَرَّ مَعَهُدُ الْجَسُورِ
وَالطَّرِيقَاتِ أَنْ يَتَحَمَّلَ نَفَقَاتِ دَفْنِهِ .

لَقَدْ قُضِيَ عَلَى غَازِ الْقَحْمِ الْحَجَرِيِّ
فِي أَيَّامِنَا ، أَوْ كَادَ ، وَحَلَّتْ مَحَلَّهُ غَازَاتُ
النَّفْطِ الْمَسِيلِ^(١) (البوتان ، والبروبان) ،
وَالْغَازَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ الْآخَرَى . الْآنَا مَا زِلْنَا
نَدِينُ بِمَبْدَأِ اسْتِعْمَالِ الْغَازِ « لِفِيلِب لِيُون » ،
الَّذِي رَأَى الْغَازَ يَوْمًا ، يَلْتَمِعُ فِي لَهْبَةٍ ،
عَلَى فَمِ قَارُورَةٍ أَرَادَ أَنْ يَبْقِيَ أَصَابِعَهُ مِنْ
حَرَارَتِهَا ، بِوَاسِطَةِ خِرْقَةٍ مُبَلَّلَةٍ ...

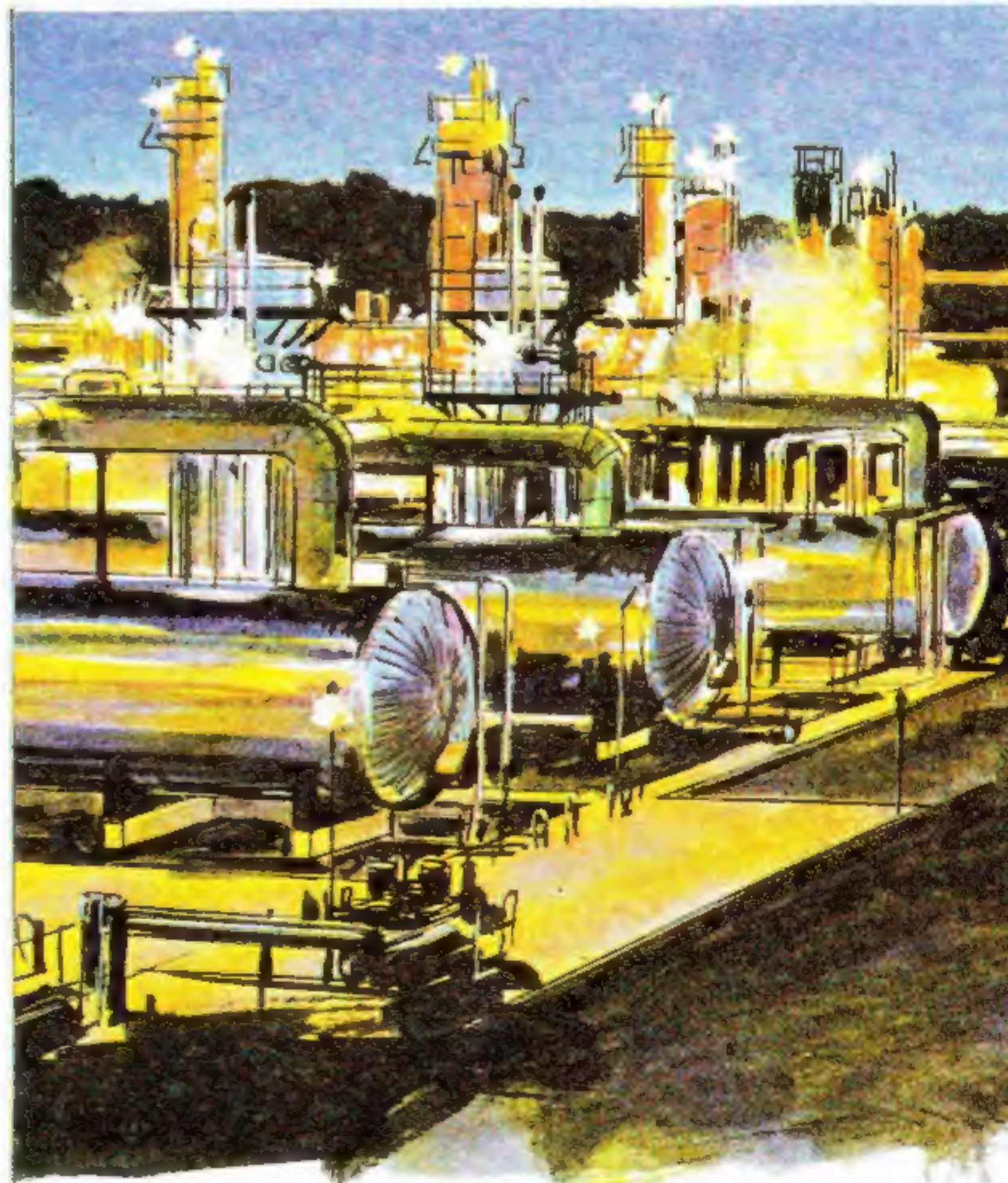
مصنع « لك » للغاز ، ليلاً .

التفسير

- ١- العقاقير : الأدوية
- ٢- القوارير : جمع قارورة : إناء للدواء أو للطيب .
- ٣- حدة الرائحة : قوتها ، وسوؤها .
- ٤- خلقين : قدر كبيرة
- ٥- براءة : شهادة رسمية باختراع .
- ٦- تحوله حقاً : تعطيه حقاً
- ٧- التفاؤل : انتظار النجاح والخير .
- ٨- تطهر الأطعمة : من طها : طبخ
- ٩- مرضا عضال : مرض لا يُشفى
- ١٠- الغاز المسيل : الغاز المحوّل الى سائل .

الاسئلة

- ١- ماذا درس فيليب ليون ؟
- ٢- صِفِ الاختبار الذي أجراه ، يومَ عادَ أباه المريض .
- ٣- ماذا حدث لغاز النشارة ، لدى مروره عبرَ الخِرْقَةِ الْمُبَلَّلَةِ .
- ٤- آتة أحلام بني فيليب على اكتشافه ؟
- ٥- هل استطاع تحقيق حلمه ؟ لماذا ؟
- ٦- ما هو « المصباح الحراري » ، وكيف اثبت جدواه ؟
- ٧- ممَّ استُخرج غاز الانارة ؟ واين استعمل أولاً ؟
- ٨- هل أفاد فيليب ليون من اكتشافه واختراعه ؟



ولادة حضارة

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرقات • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرك
- ٥ - من النظارتين إلى النظار إلى المقرب • السهم الناري يصبح آلة تحررنا من الأرض • الصابون والظفات للناس

التقنية تقوم بأول تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المايه والطعنة الروائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين • في طقم الفرس • خلاص للمرهقين
- ٨ - "دولاب إسكال" • هذه الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إبداء الفراغ
- ٩ - التحرك على وسادة من هوار • الجوهر في سيطرته على المناهي الصفرة • ميزان الضغط

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "الصحافة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة والطلاق الملاحية ... • من عربة كونيرو البخارية إلى ستارنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الالكتروستاتيكية • شاريف "فرنكلين" • من النظار إلى البالونات الفضائية
- ١٣ - تلفراف "شاب" • من النسخ اليدوي إلى تول الميكة • الدبابة الأولى وزريرها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عيذان الثقباب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "الستينكوب" • على المحفلات التي تعد بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفراف الكهربائي يخترع ريتام ... • آلة المياطة • عرصة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجرز ملايين السيارات • التبيخ المحذر

العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للتراز والضرا • حفرة آبار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الالكترونية
- ١٩ - صناعة البذر • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكرو فيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البذر • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الالكتروموت
- ٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقرر الكثافة
- ٢٣ - من الفلستكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصوت • وطواط يخفق بالأمال الرحبة
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قذامة • الاتصالات البعيدة التي تنقل على موجات الاثير • البليينوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يهجم • آلات توليد العواصف • الصور السمرية على الشاشة الصغيرة

من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشافات الجزيئات الدقيقة • الرفعة الحديثة • الجوهر الالكتروني عين قارة على روية الفيزياء
- ٢٧ - الرادار الساحر • من الأبنيق القديم إلى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تولد فير طاقة اشحن

أرسي القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أول السفن البخارية
والناطيد والغواصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية
بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :
من القاطرة والسكة الحيدان الثقباب ، ومن التلفراف إلى التصوير
الشمسي ، ومن الدراجة إلى التربية ...

تأليف : ف. ف. لوك
رسم : ب. يروبيت
ترجمة واعداد : سهيل سمحة